

W. M. Bayliss
Compliments

Biochemische Zeitschrift.

Herausgegeben von

E. Buchner-Berlin, P. Ehrlich-Frankfurt a. M., C. von Noorden-
Wien, E. Salkowski-Berlin, N. Zuntz-Berlin

unter Mitwirkung von

L. Asher-Bern, J. Bang-Lund, G. Bertrand-Paris, A. Bickel-Berlin, F. Blumenthal-Berlin,
Chr. Bohr-Kopenhagen, F. Bottazzi-Neapel, G. Bredig-Heidelberg, A. Durig-Wien, F. Ehr-
lich-Berlin, G. Embden-Frankfurt a. Main, S. Flexner-New York, S. Fränkel-Wien, E. Freund-
Wien, G. Galeotti-Neapel, H. J. Hamburger-Groningen, A. Heffter-Berlin, M. Jacoby-Heidel-
berg, R. Kobert-Rostock, M. Kumagawa-Tokyo, F. Landolf-Buenos Aires, L. Langstein-Berlin,
P. A. Levene-New York, L. von Liebermann-Budapest, J. Loeb-Berkeley, A. Loewy-Berlin,
A. Magnus-Levy-Berlin, J. A. Mandel-New York, L. Marchlewski-Krakau, P. Mayer-Karls-
bad, L. Michaelis-Berlin, J. Morgenroth-Berlin, W. Nernst-Berlin, R. Pfeiffer-Königsberg,
Ch. Percher-Lyon, F. Roehmann-Breslau, S. Salaskin-St. Petersburg, N. Sieber-St. Peters-
burg, M. Siegfried-Leipzig, Zd. H. Skraup-Wien, S. P. L. Sørensen-Kopenhagen, E. H. Star-
ling-London, F. Tangl-Budapest, H. v. Tappeiner-München, H. Thoms-Berlin, J. Traube-
Charlottenburg, A. J. J. Vandevelde-Gent, A. Wohl-Danzig, J. Wohlgenuth-Berlin.

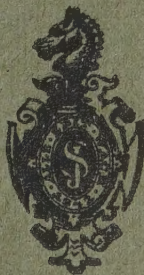
Redigiert von

C. Neuberg-Berlin.

Sonderabdruck aus 11. Band, 1., 2. u. 3. Heft.

W. M. Bayliss:

Über die Permeabilität der Froschhaut mit besonderer
Berücksichtigung der Wirkung von Kaliumionen und der
Frage der irreciproken Durchlässigkeit.



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1908.

Die Biochemische Zeitschrift

erscheint in zwanglosen Heften, die in kurzer Folge, monatlich oder zweimonatlich, zur Ausgabe gelangen und in Bänden von etwa 36 Bogen vereinigt werden sollen. Der Preis eines jeden Bandes beträgt M. 12,—. Die Biochemische Zeitschrift ist durch jede Buchhandlung sowie durch die unterzeichnete Verlagsbuchhandlung zu beziehen.

Die Originalarbeiten werden mit dem Datum des Eingangs versehen und der Reihe nach veröffentlicht, sofern die Verfasser die Korrekturen rechtzeitig erledigen.

Manuskriptsendungen sind an einen der Herausgeber in Berlin, Herrn Prof. Dr. E. Buchner, NW. 52, Wilsnackerstr. 3 oder Herrn Prof. Dr. E. Salkowski, NW. 6, Charité, Schumannstr. 20 oder Herrn Prof. Dr. N. Zuntz, NW. 23, Lessingstr. 50 oder an den Redakteur,

Herrn Prof. Dr. C. Neuberg, Berlin NW. 6, Charité, Schumannstraße 20, zu richten.

Die Verfasser erhalten 50 Sonderabdrücke ihrer Abhandlungen kostenfrei, weitere gegen Berechnung. Für den 16seitigen Druckbogen wird ein Honorar von M. 40,— gezahlt.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
Berlin N. 24, Monbijouplatz 3.

11. Band.	Inhaltsverzeichnis.	1., 2. u. 3. Heft	Seite
Fekelharing, C. A.	Ein paar Bemerkungen über Fibrinferment . . .		1
Bijkman, C.	Die Überlebungskurve bei Abtötung d. Bakterien durch Hitze . . .		12
Baumgarten, P. v.	Die osmologische Auffassung der Häm- u. Bakteriolyse . . .		21
Rancken, Dodo und Robert Tigerstedt.	Zur Kenntnis der Temperatur im menschlichen Magen . . .		36
Zuntz, N. und J. Plesch.	Methode zur Bestimmung der zirkulierenden Blutmenge beim lebenden Tiere . . .		47
Vandevelde, A. J. J.	Über Milchzucker zerstörende Enzyme in der Milch . . .		61
Bredig, G. und E. Wilke.	Erregung und Beeinflussung katalytischer Pulsationen durch elektrische Ströme . . .		67
Korányi, A. v.	Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen Seifen und Komplementen . . .		82
Grünhut, L.	Die schweflige Säure in biochemischer Beziehung . . .		89
Höber, Rudolf und Felicia Kempner.	Beobachtungen über Farbstoffausscheidung durch die Nieren . . .		105
Leersum, E. C. van.	Über die Ausscheidung von Aminosäuren während der Schwangerschaft und nach der Entbindung . . .		121
Strauß, H.	Über einige Ergebnisse physikalisch-chemischer Studien über den Wasserstoffwechsel . . .		137
Loeb, Jacques.	Über den Unterschied zwischen isosmotischen und isotonischen Lösungen bei der künstlichen Parthenogenese . . .		144
Arrhenius, Svante.	Hämolytische Versuche . . .		161
Herzog, R. O. und H. Kasarnowski.	Über die Diffusion von Kolloiden II. . .		172
Hekma, E.	Ein Beitrag zur Verwendung von citronensaurem Natron im Dienste von Untersuchungen über Phagocytose . . .		177
Famuloner, L. W. und Thorvald Madsen.	Die Abschwächung der Antigene durch Erwärmung. . .		186
Samojloff, A.	Über den Einfluß der Gerinnung des Blutes auf die Leitfähigkeit desselben . . .		210
Bayliss, W. M.	Über die Permeabilität der Froshhaut mit besonderer Berücksichtigung der Wirkung von Kaliumionen und der Frage der irreziproken Durchlässigkeit . . .		226
Heimster, John C.	Die Wirkung der Totalexstirpation sämtlicher Speicheldrüsen auf die sekretorische Funktion des Magens beim Hunde . . .		238
Polimanti, Osw.	Physikalisch-chemische Veränderungen einiger nor- während ihres Fäulnisprozesses . . .		260



WELLCOME INSTITUTE LIBRARY	
Coll.	weIMOmec
Coll.	pam
No.	QL 430
	1908
	B.35u

Über die Permeabilität der Froschhaut mit besonderer Berücksichtigung der Wirkung von Kaliumionen und der Frage der irreciproken Durchlässigkeit.

Von

W. M. Bayliss, D. Sc., F. R. S., London.

Mit 2 Figuren im Text.

Bei den verschiedenen Deutungen, die neuerdings zur Erklärung der in lebenden Organismen aufgefundenen Erscheinungen gemacht worden sind, spielen die Eigenschaften der semi-permeablen Membranen eine wichtige Rolle. Eine eingehende Untersuchung dieser Eigenschaften ist daher von Wichtigkeit.

Es muß bemerkt werden, daß, wenn eine bestimmte Reihe von Erscheinungen durch die Annahme mit gewissen Eigenschaften behafteter Membranen erklärt wird, dies an sich kein Beweis für das wirkliche Vorhandensein dieser Membrane ist. Überdies kann eine flüchtige Auslegung von Befunden, die auf solchen Annahmen beruhen, der Theorie einer physikalisch-chemischen Deutung der Tatsachen nur schaden, es müßte denn der Beweis gelingen, daß die fraglichen Strukturen wirklich vorhanden sind.

Die Froschhaut scheint von vornherein ein sehr günstiges Objekt zum Studium der Eigenschaften der semi-permeablen Membrane zu sein. Sie kann leicht frei von andern Elementen und in verhältnismäßig großen Stücken präpariert werden. Sie hält sich ziemlich normal nach Aufhören der Zirkulation und Aufbewahrung bei Zimmertemperatur. Andererseits hat freilich die Erfahrung gezeigt, daß einige ihrer Eigenschaften als semi-permeable Membran doch ziemlich schnell verloren gehen, so daß die Beobachtungen bei diesen Experimenten mit Frosch-

haut mit Vorsicht zu deuten sind. Wie die Mehrzahl der Membrane im lebenden Organismus, bietet sie ebenfalls den theoretischen Nachteil, nicht homogen zu sein, da sie aus einem Konglomerat von Zellen besteht, die durch eine zementartige Substanz verbunden sind. Diese zwei Bestandteile müssen nicht durchaus in Bezug auf die Permeabilität mit denselben Eigenschaften ausgestattet sein. Der Druck wird höchstwahrscheinlich in einer nicht-homogenen Membran größere Veränderungen bewirken als in einer homogenen. Überdies ist die Froschhaut auch noch in anderer Art heterogen: sie weist zahlreiche Drüsen auf, deren Epithel zweifellos von verschiedener Permeabilität gegenüber der übrigen Oberfläche ist.

Seit du Bois-Reymonds Beobachtungen weiß man, daß von der Froschhaut eine elektromotorische Kraft ausgeht, jedenfalls wenn sie durch die üblichen Kochsalz-Elektroden abgeleitet ist.

Galeotti¹⁾ erklärt die Ursache dieser „Hautströme“ durch eine einleuchtende Theorie, nach welcher die elektromotorischen Eigenschaften nicht vorher bestehen, sondern durch die Natrium-Ionen der Elektroden hervorgebracht werden. Während wir annehmen, daß die Haut für diese Ionen von innen nach außen impermeabel sei, ist sie es in umgekehrter Richtung. Wenn diese Ionen ungehindert von außen durch die Haut gelangen, ist es klar, daß sie positive Ladungen von der Außenseite verdrängen und so in bekannter Weise diese Oberfläche elektro-negativ machen. In dieser Theorie sind mehr oder weniger wichtige Punkte vorhanden, die durch Experimente geprüft werden müssen. Wir wollen sie der Reihe nach untersuchen. Die angenehme Einfachheit der Hypothese läßt es uns doppelt wünschenswert erscheinen, nachzusehen, inwiefern die experimentellen Resultate uns die besagten Eigenschaften der lebenden Gewebe erklären können, und auch zu verhüten, daß keiner derselben noch überhaupt einem bestehenden Gesetze Zwang angetan wird.

Die erste zu prüfende Frage ist die nach der allgemeinen Natur des elektrischen Zustandes der Haut in physikalischer oder

¹⁾ Zeitschr. f. physikal. Chem. 49, 542, 1904.

chemischer Hinsicht. Vorerst müssen wir daran erinnern, daß diese Eigenschaft nur so lange besteht, als die Haut lebend ist; diese Tatsache spricht allerdings weder für noch gegen ihren Ursprung in einer semi-permeablen Membran. Diese Membran könnte nur als solches vorhanden sein, solange die Zelle lebt.

In der Arbeit, die ich über diesen Punkt mit Bradford¹⁾ veröffentlicht habe, wurden Resultate erhalten, die auf die Wichtigkeit der osmotischen Phänomene hinwiesen, obschon zu jener Zeit die elektrische Theorie bei diesem Falle sehr wenig in Betracht kam.

Da man annimmt, die Haut sei so beschaffen, daß sich eine Konzentrationsbatterie im Sinne der Nernstschen Theorie darin befindet, dachte ich mir, daß die Messung der Umsetzung von elektromotorischer Kraft der Haut bei erhöhter Temperatur einige Aufklärung zum Stand der Dinge liefern würde. In der Konzentrationszelle ist die elektromotorische Kraft direkt proportional der absoluten Temperatur, so daß eine Steigerung um 10° , z. B. von 9° auf 19° , die elektromotorische Kraft nur im Verhältnis von $273+9$ zu $273+19$ gesteigert würde. Andererseits würde eine chemische Reaktion, wie sie diesem Phänomen zugrunde liegen könnte, verdoppelt oder verdreifacht werden, bei einer Temperaturerhöhung um 10, wenn sie von Umsetzungen im Protoplasma der Zellen herrührt, wie das bekannte Gesetz von van't Hoff besagt. In den zu diesem Zwecke vorgenommenen Versuchen begegnete man immerhin großen Schwierigkeiten, die durch das plötzliche Verschwinden der Hautströme entstanden. Ganz klar war, daß die Steigerung bei Temperaturerhöhung sehr klein war. Die Frage wurde nicht genügend weit verfolgt, um Zahlen angeben zu können. Nach Beendigung dieser Experimente entdeckte ich, daß das Thema eingehend durch Lesser²⁾ behandelt worden ist. Obschon sich dieselben Schwierigkeiten geltend machten, war doch bei gewissen Experimenten die Abnahme langsam genug, um den Vergleich zwischen den Beobachtungen und den theoretischen Werten zu ermöglichen, berechnet auf

¹⁾ Journ. of Physiol. 7, 27, 1886.

²⁾ Pflügers Archiv 116, 124, 1907.

Grund der Annahme ihrer Proportionalität zur absoluten Temperatur. Die Übereinstimmung war ausreichend.

In den verschiedenen Versuchen, die hier zur Sprache kommen, ergab sich, daß die Haut dadurch, daß man sie an das Ende einer Glasröhre band, leicht verletzt wird, so daß der Apparat wie nebenstehende Figur 1 wiedergibt, ausgeführt wurde und sich im Gebrauch als sehr praktisch erwies.

Die vertikale Höhe der Röhre bei *C* wurde so eingerichtet, daß sie derjenigen der Lösung im Becherglase gleichkam. Auf diese Weise konnten die osmotischen Eigenschaften der Haut geprüft werden, ohne sie einem Druck auszusetzen. Die Einfassungen der zwei Glasröhren werden mit Vaseline eingefettet und die Haut vorsichtig zwischen ihnen mit kleinen Klammern befestigt, die so angeordnet waren, daß sie die zwei Einfassungen und die Haut zwischen sich einschlossen. Vom Gebrauch des Elektroden wird später die Rede sein.

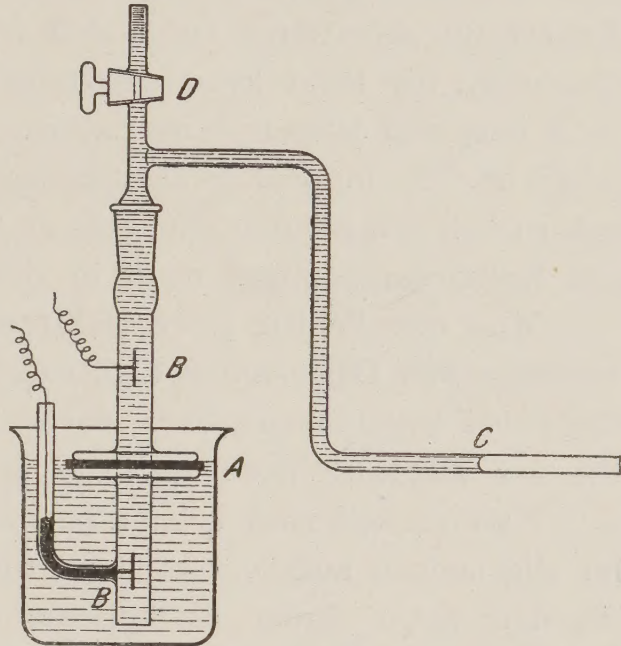


Fig. 1.

- A Stück Haut zwischen Glaseinfassung mit Vaseline eingefettet.
- B Platin-Elektroden, mit platin-schwarz plattiert.
- C Flüssigkeitsmeniscus in einer engen Glasröhre.
- D Hahn zum Einfüllen.

Was uns in der Annahme bestärkt, daß die elektromotorische Kraft der Haut nicht schon vorhanden ist, sondern durch die Natriumionen in den Elektroden hervorgerufen wird, ist die Tatsache, daß wenn ein Stück Haut vom Rücken des Frosches abgeschnitten, auf eine Kaolinmasse, die mit Ringerscher Lösung zu einer Paste verarbeitet wurde, gelegt wird und dann durch Ostwaldsche Kalomel-Elektroden, die mit Ringers Lösung versetzt waren, mit einem Galvanometer verbunden wird, so zeigt sich eine sehr geringe elektromotorische

Kraft. Dieser Vorgang geht in Verlauf von höchstens 5 oder 10 Minuten vor sich, hauptsächlich durch das Eindringen der Natriumionen.

Galeotti findet, daß bei Verwendung von Kaliumchlorid-Elektroden überhaupt keine elektromotorische Kraft entwickelt wird. Er sieht hierin einen Beweis dafür, daß die Haut von Natur aus gegen Kaliumionen weder in der einen noch der andern Richtung durchlässig ist, so daß keine Möglichkeit einer Konzentrationsbatterie vorhanden ist. Daß unter diesen Bedingungen die Haut keine elektromotorische Kraft besitzt, beweist uns, daß letztere keine natürliche schon vorhandene Eigenschaft ist. Es muß allerdings daran erinnert werden, daß unter natürlichen Umständen die äußere Oberfläche der Froschhaut mit Kaliumsalzlösungen nicht in Berührung kommt.

Was das Fehlen jeder elektromotorischen Kraft bei Verwendung von Chlorkalium-Elektroden anbetrifft, kann ich nur Galeotti beistimmen; doch scheint mir, daß einige Tatsachen bei der Deutung noch in Betracht gezogen werden müssen.

Kaliumionen sind bekanntlich für die Protoplasmatätigkeit im allgemeinen außerordentlich giftig, so daß es leicht möglich ist, daß unter ihrem Einfluß die semi-permeable Natur der Membran, mit der wir es zu tun haben, total vernichtet wird, so daß die Haut nicht nur gegenüber Kaliumionen permeabel wird, sondern auch für Natrium- und alle anderen Ionen. Um diese Möglichkeit zu prüfen, untersuchte ich die Wirkung einer Lösung von 0,562% NaCl plus 0,179% KCl und fand, daß diese Lösung denselben Effekt hatte wie eine, die nur Kaliumchlorid allein enthielt.

Nun ist es unerklärlich, warum bei der Annahme, daß unter der Wirkung von Kaliumionen die Haut für Natriumionen impermeabel bliebe, keine elektromotorische Kraft entwickelt werde. Die Anwesenheit von Kaliumionen an sich sollte das Resultat, das durch die Natriumionen zustande kommt, nicht beeinträchtigen. Mir scheint, es sei daraus zu folgern, daß Kaliumsalz die Membrane wegen seiner toxischen Wirkung für beide permeabel macht.

Eingedenk des physiologischen Gegensatzes von Kalium- und Kalziumionen, wie sie zuerst durch Ringer¹⁾ dargetan

¹⁾ Journ. of Physiol. 4, 32, 1883.

wurde, schien mir der Versuch lohnend, den Effekt von Kaliumsalzen durch Hinzufügen von Kalciumsalzen zu der Lösung aufzuheben; doch blieb der Versuch bis jetzt ohne Erfolg. Wegen Zeitmangel versuchte ich nicht viele verschiedene Salzkonzentrationen, und höchstwahrscheinlich war die Menge der Kaliumionen in meinen Lösungen zu groß.

Was die Semipermeabilität der Haut als Ganzes anbelangt, ist es vielleicht von Interesse, wenn ich auf einige dahingehende Experimente kurz hindeute. Nachdem die Haut sorgfältig vom Bein eines Frosches abgestreift war, wurde sie an das Ende einer Glasröhre gebunden, mit Ringerscher Lösung gefüllt und in destilliertes Wasser getaucht; es ergab sich, daß Wasser in die Salzlösung hineindiffundierte, so daß die Flüssigkeitssäule in der Röhre allmählich stieg; nach 24 Stunden stand die Säule etwa 10 oder 12 cm oberhalb der Wasseroberfläche im äußeren Gefäß. Bei Verwendung von Kaliumchlorid trat keine Erhöhung ein. Es ist schwierig zu erklären, warum die Erhöhung nicht größer war als diese wenigen Zentimeter, wie lange auch der Prozeß fortgesetzt wurde. Ich neige zu der Ansicht, daß die Ausdehnung des Sackes und die dadurch bewirkte Lockerung zwischen den Teilen, aus denen die Membrane besteht, die Schuld daran trägt. Das war tatsächlich der Grund, der mich zur Konstruktion des Apparates (Fig. 1) veranlaßte, so daß es möglich wurde, festzustellen, ob die Haut in jedem beliebigen Falle ihre normalen osmotischen Eigenschaften besaß, was durch Beobachtung der Bewegung des Meniscus in der Röhre möglich war, oder wenn notwendig, mit Hilfe einer mikroskopischen Messung. Selbstverständlich beugte ich einer Täuschung durch „initiale“ Osmose vor.

Bei einem anderen Experiment ähnlicher Art füllte ich zuerst Natriumchlorid von 0,9 % ins Innere des Hautsackes und tauchte ihn in destilliertes Wasser wie vorhin. Nachdem ich mich überzeugt hatte, daß das normale Steigen der Flüssigkeit eintrat, vertauschte ich das Wasser mit 1 % iger Kaliumchloridlösung. Es erfolgte kein Steigen der Flüssigkeit. Die Lösung von Kaliumchlorid wurde dann abermals durch destilliertes Wasser ersetzt; es trat kein Steigen in etwa 24 Stunden nach dem Wechseln der Lösung ein, doch erreichte die Flüssigkeit zuletzt beinahe dieselbe Höhe wie in der Norm.

Dieser Versuch beweist, daß die Haut sich wieder erholen kann, nachdem Kaliumsalz auf sie eingewirkt hat. Ebenso zeigt er, daß die geringe Erhebung der Flüssigkeit in der Röhre in den vorhergehenden Experimenten nicht auf Schädigung oder Absterben des Gewebes zurückzuführen ist, da eine beinahe normale Höhe nach 24 Stunden beobachtet wurde. Die Tatsache scheint zu zeigen, daß das Verschwinden der elektromotorischen Eigenschaften der Haut, wenn Natriumchlorid-elektroden angewendet werden, auf eine andere Ursache als auf den Stillstand der normalen Semipermeabilität des Gewebes selber zurückzuführen ist.

Es ist klar, daß Kaliumionen die Semipermeabilität im obigen Falle zerstört hatten; denn wenn die normale Impermeabilität gegenüber Natriumionen geblieben wäre, so hätte das Steigen der Flüssigkeitssäule normal sein müssen; da die Haut für Kaliumionen durchlässig ist, würde ihr Vorhandensein in bezug auf den osmotischen Druck gänzlich indifferent sein.

Der semipermeable Charakter der Froschhaut besteht nur partiell, da nur ein verhältnismäßig kleiner Druck ausgehalten werden kann. Damit übereinstimmende Resultate erhält man durch die Messung des elektrischen Widerstandes. Wenn eine Membran für die Elektrolyten jener Lösungen, welche sie voneinander trennt, total impermeabel ist, muß sie als Nichtleiter wirken. Die Ionen, welche durch ihre Wanderung den Strom von der Elektrode auf einer Seite eines solchen Diaphragmas zur andern tragen, können nicht durch die Membran hindurch und so ihre Ladungen nicht den Elektroden abgeben.

Diese Tatsache, daß eine Membran, die impermeabel für die Ionen der sie berührenden Lösungen ist, einen enormen Widerstand für den Durchgang des Stromes bildet, ist in der Arbeit von Berkeley und Hartley¹⁾ über den osmotischen Druck von konzentrierten Lösungen bewiesen. Eine bestimmte Kupferferrocyanidzelle hatte zu Anfang einen Widerstand von 2700 Ohm; als sie der elektrolytischen Wirkung ausgesetzt wurde, steigerte sich der Widerstand bis zu 300 000 Ohm, um mehr als das Zehnfache. Wir neigten zu der An-

¹⁾ Phil. Trans. Roy. Soc. 206, 1906.

nahme, daß die Widerstandsfähigkeit im lebenden Zustande der Froschhaut weit größer als nach dem Kochen ist. Zu meiner Überraschung konnte ein Unterschied in der Widerstandsfähigkeit zwischen gekochter und lebender Haut nicht konstatiert werden. Im Apparat Fig. 1 stieg der tatsächliche Widerstand bei 15°, wobei die Haut in Kontakt mit 0,12 n-NaCl-Chlorid war, bis zu 2800 Ohm zwischen den Elektroden; praktisch übereinstimmende Werte wurden bei Anwendung von Filtrierpapier von der Dicke der Froschhaut gefunden. Diese Messung wurde mittels Wethams Modifikation der Kohlrauschschen Methode vorgenommen.¹⁾ Eine Erklärung für diese Erscheinungen vermag ich nicht zu geben.

Ich gehe über zur Betrachtung des interessanten Punktes über die irreziproke Permeabilität der Haut für Natriumionen. Nach Galeotti ist diese Membran permeabel für solche Ionen von außen nach innen, aber nicht in umgekehrtem Sinne.

Die Existenz einer solchen Membran ist vom physikalischen Gesichtspunkte aus schwer verständlich. Trouton und auch Bernstein²⁾ haben die Struktur trichterförmiger Löcher angenommen. Jedoch, wie dem auch sei, zeigt uns ein wenig Überlegung, daß die dauernde Existenz einer solchen Membran als eine physikalische Struktur ein Ding der Unmöglichkeit ist. Wie von Overton auseinandergesetzt wurde, würde sie ein Perpetuum mobile darstellen. Da die Konzentration des Natriumsalzes auf einer Seite auf Kosten der andern steigen wird, ist es klar, daß daraus eine osmotische Leistung resultieren würde, und zwar so lange, als ihre charakteristische Eigenschaft bestehen bliebe und ohne irgendwelche äußere Einwirkung.

Obwohl dies so ist, so schließt es doch nicht die Möglichkeit von Beziehungen solcher Membranen zu lebenden Zellen aus. Ihre dauernde Existenz könnte unter diesen Umständen ermöglicht werden durch die Zufuhr der erforderlichen Energie durch die chemischen Reaktionen des Zellstoffwechsels. Zugleich ist es von äußerster Wichtigkeit zu sehen, ob sich solche Membranen irgendwie nachweisen lassen.

Galeotti behauptet, daß, wenn Wasser mit der inneren

¹⁾ Phil. Trans. Roy. Soc. 194, 1900.

²⁾ Pflügers Archiv 109, 319, 1905.

Oberfläche der Haut und NaCl-Lösung mit der äußeren Oberfläche in Berührung tritt, daß dann das Wasser nach 1 oder 2 Stunden auf Silbernitrat reagiert; kehre man hingegen die Lage der beiden Flüssigkeiten um, so zeige sich in so kurzer Zeit keine Reaktion, eine schwache hingegen erscheine nach mehreren Stunden. Bei der Wiederholung dieses Versuches ist es mir nicht gelungen, mich von einem ausgesprochenen Unterschied zwischen beiden Fällen zu überzeugen. In der Annahme, daß vielleicht die mehr oder weniger ausgedehnte Berührung mit Wasser die Permeabilität der Haut ungünstig beeinflußt haben könnte, versuchte ich die Anwendung einer 7,4 % igen Rohrzuckerlösung (also isotonisch mit 0,12 normal NaCl) an Stelle des destillierten Wassers, doch blieben die Resultate die gleichen. Indessen lege ich kein Gewicht auf diese Versuche, da ihre Zahl nicht groß genug war. Zweifellos würde der Unterschied nur ein quantitativer sein, und es wäre zur Erreichung befriedigender Resultate sehr sorgfältiges Arbeiten erforderlich.

Das gleiche gilt von verschiedenen Versuchen meinerseits, einen Unterschied in der Steighöhe der Flüssigkeitssäule bei ähnlichen osmometrischen Experimenten zu entdecken, wie sie oben beschrieben sind. Es gelang mir nicht, irgend einen Unterschied in der Wirkung zu konstatieren, wenn das Natriumchlorid in Berührung mit der inneren oder der äußeren Fläche der Haut trat.

Andererseits erhielt ich bei gewissen elektrischen Versuchen, die jetzt beschrieben werden sollen, Resultate, die keine andre Deutung gestatten als die, daß tatsächlich ein Unterschied im Grade der Permeabilität für Natriumionen in beiden Richtungen besteht.

Bei Überlegung der Folgen solcher ungleichmäßiger Permeabilität kam ich auf den Gedanken, daß eine solche Membran, wenn ein Wechselstrom durch sie geschickt würde, wie ein Gleichrichter wirken würde, da ja die Natriumionen in der einen, nicht aber in der andern Richtung ihre Ladungen transportieren würden.

Die ersten Versuche wurden vorgenommen, um festzustellen, ob ein Unterschied gefunden werden könnte in der relativen Stärke der Ströme in einem Stromkreis, in den die Haut ein-

geschlossen war, wenn dieselbe elektromotorische Kraft in entgegengesetzten Richtungen angewandt wurde. Zu diesem Versuch wurde der in Fig. 2 dargestellte Apparat benutzt. Es stellte sich die Unmöglichkeit heraus, befriedigende Ablesungen zu machen, da der Strom infolge von Polarisation innerhalb der Haut rapide fiel.

Ich nahm deshalb meine Zuflucht zu schnellen und kurzen Wechselströmen. Wenn der rotierende Wetham-Kommutator angewandt wurde, so kam der in der Zeichnung Fig. 2 dargestellte Stromkreis zur Anwendung.

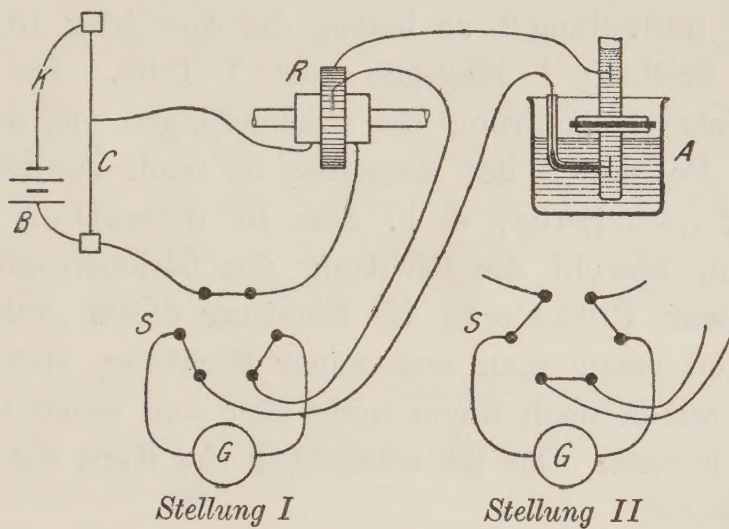


Fig. 2.

- A Apparat für die Haut
- B Batterie
- C Gleichdraht
- G Galvanometer
- K Schlüssel
- R rotierender Kommutator
- S Schaltung

Mit Hilfe der Schaltung (Stellung 2) konnte der Strom durch ein Galvanometer geschickt und so gemessen werden, ehe der Kommutator ihn in einen Wechselstrom verwandelte. Drehte man die Schaltung in Stellung 1, so wurde das Galvanometer in den Teil des Stromkreises eingeschaltet, in dem der Strom wechselte und der die präparierte Froschhaut einschloß. Ist die eingeschaltete Membran eine indifferente, wie z. B. tote Haut, so sollte das Galvanometer keine Ablenkung zeigen,

vorausgesetzt, daß die beiden Phasen des Wechselstromes gleichen Verlauf haben.

Befestigte man die Haut in dem Apparat und brachte Ringersche Lösung auf ihre beiden Seiten, so gestaltete sich der Versuch folgendermaßen:

Stand die Schaltung in Stellung 2, so wurde der Strom durch den Gleitdraht auf die richtige Stärke gebracht, während der Kommutator rotierte. Die Schaltung wurde dann so gedreht, daß das Galvanometer im Wechselstromteile des Kreises war, d. h. in Position 1. Nun zeigte sich, daß eine Ablenkung des Galvanometers eintrat. Stand z. B. die Schaltung in Stellung 2, so betrug der Ausschlag 16 Teile nach links, in Stellung 1 hingegen nur 7 Teile. Bei stärkerem Strom infolge Umkehrung der Verbindungen mit der Batterie betrug in Position 2 der Ausschlag 55 nach rechts, in Position 1 32 nach links, d. h. also in derselben Richtung wie vorhin, obwohl die Richtung des Gleichstromes die umgekehrte war. Prüfte man die Richtung dieses „rektifizierten“ Stromes, so ersah man aus seiner Richtung, daß ein Strom wohl von außen nach innen, nicht aber von innen nach außen passieren konnte. Das ist tatsächlich der Kern der Galeottischen Theorie.

Bei dieser Versuchsanordnung gibt es zwei Fehlerquellen. Erstens ist es möglich, daß zwei Phasen des Wechselstromes nicht ganz gleich sind infolge ungenauen Funktionierens des Kommutators. Bei der Prüfung dieses Punktes unter Anwendung von Filtrierpapier an Stelle der Haut zeigte es sich, daß eine kleine Abweichung der erwähnten Art vorhanden war. Diese wurde natürlich durch Wechseln der Verbindungen mit der Batterie umgekehrt. Da bei Verwendung der Haut die Richtung des Stromes ganz unabhängig von den Verbindungen mit der Batterie immer die gleiche war, so läßt sich diese Erklärung ausschließen. Eine andere Möglichkeit eines Irrtums ist die Erzeugung einer erregenden elektromotorischen Kraft infolge direkter Stimulierung der Drüsen durch den hindurch gesandten Strom. Dies ist aber deswegen ausgeschlossen, weil das benutzte Galvanometer nicht empfindlich genug war, um solche Vorgänge anzuzeigen. Der Reststrom erzeugte nur eine Ablenkung von ungefähr einem Teil der Skala, und es zeigte sich

bei dem Versuch, die elektromotorische Kraft zu messen, daß erforderlich wäre, einen Strom von ähnlicher Stärke wie die oben beobachteten durch denselben Stromkreis zu senden, der beinahe $\frac{1}{10}$ Volt betragen dürfte. Das ist erheblich mehr als bei irgendeinem bekannten Erregungsvorgange. Bei den schon erwähnten Versuchen von Bradford und hier betrug der erzielte Maximizeffekt ungefähr 0,025 Volt.

Soweit sich also feststellen läßt, wirkt die Haut als ein Gleichrichter und besitzt daher irreziproke Permeabilität. Bei Wiederholung dieser Versuche mit Strömen der sekundären Spule eines Du Bois-Reymond'schen Apparates ergab sich, daß bei Strömen mit ähnlicher Stärke wie die für Nervenreizung verwendeten sich ein Ausschlag in der gleichen Richtung zeigte, einerlei ob die Verbindungen der primären oder sekundären Spule umgekehrt wurden. Bei Verwendung starker Ströme hingegen war die geringe Ablenkung in ihrer Richtung verändert, wenn der Strom in der primären Spule wechselte, wahrscheinlich war die Haut durch die starken Ströme abgetötet worden.

Diese Resultate, welche die Gleichrichtung eines Wechselstromes zeigen, lassen sich, soweit meine Erfahrung geht, nur erzielen, solange die Haut frisch ist. Nach 6 oder 7 Versuchen zeigte es sich, daß die Haut sich nicht mehr anders als eine indifferente Membran verhielt.

Im ganzen kann man sagen, daß meine Versuche die Galeottische Theorie stützen. Bezüglich der Wirkungsweise des Kaliumionen ist der einzige wesentliche Punkt, in dem wir verschiedener Meinung sind.

Die Eigenschaften der Froschhaut als einer halbdurchlässigen Membran sind nicht so klar definiert wie die der homogenen „Plasmahaut“ der roten Blutkörperchen im klassischen Werke von Hamburger oder die der Muskelfasern in Overtons Versuchen. Die Eigenschaften, welche die Haut besitzt, scheinen teilweise die einer halbdurchlässigen Membran zu sein. Ihre interessanteste Eigenschaft ist die der irreziproken Permeabilität gegenüber Natriumionen. Aus diesem Grunde erscheint es mir wünschenswert, daß die oben beschriebenen Resultate auf jede mögliche Weise nachgeprüft werden.

Inhalt des X. Bandes.

- Ostwald, Wolfgang.** Über die Lichtempfindlichkeit tierischer Oxydasen und über die Beziehungen dieser Eigenschaft zu den Erscheinungen des tierischen Phototropismus.
- Marchlewski, L.** Studien in der Chlorophyllgruppe.
- Nerking, Joseph.** Beiträge zur Kenntnis des Knochenmarkes.
- Berntrop, J. C.** Bemerkung zur Mitteilung der Herren M. Kumagawa und K. Suto über „Ein neues Verfahren zur quantitativen Bestimmung des Fettes und der unverseifbaren Substanzen in tierischem Material nebst der Kritik einiger gebräuchlichen Methoden“.
- Nerking, Joseph.** Die Verteilung des Lecithins im tierischen Organismus.
- Klempin, Paul.** Studien über das amylolytische Ferment im Hater.
- Levene, P. A. und D. D. van Slyke.** Zur Methodik der Destillation der Aminosäurenester mittels der Geryk-Pumpe.
- Levene, P. A. und John A. Mandel.** Über die Darstellung u. Analyse einiger Nucleinsäuren XIII.
- Levene, P. A. und John A. Mandel.** Zur Chemie der Lebernucleoproteide.
- Jacoby, Martin.** Zur Kenntnis der Fermente und Antifermente VII.
- Jacoby, Martin.** Zur Kenntnis der Fermente und Antifermente VIII.
- Orgler, Arnold.** Bemerkungen zu den Arbeiten von Aron und Sebauer: „Untersuchungen über die Bedeutung der Kalksalze usw.“ und von Aron und Frese: „Die Verwertbarkeit verschiedener Formen des Nahrungskalkes usw.“
- Blumenthal, Ferd. und Friedrich Herschmann.** Atoxyl- und Anilinvergiftung.
- Skraup, Zd. H.** Über Desaminoproteine.
- Jessen-Hansen, H.** Einige Bemerkungen über die Bangsche Methode der Zuckerbestimmung.
- Oml, Kaoru.** Über das Verhalten des Salicins im normalen und diabetischen Organismus.
- Kusumoto, Chasaburo.** Die Ausscheidung der Ätherschwefelsäuren im Harn nach Einführung von Salicin in den Körpern des gesunden und des pankreaslosen Hundes.
- Battelli, F. und Lina Stern.** Über das Vorkommen der Antikatalase im Tierorganismus.
- Abderhalden, Emil.** Zur Frage des Albumosegehaltes des Gesamtblutes, des Plasmas und des Serums.

- Michaëls, Leonor und M. Ehrenreich.** Die Adsorptionsanalyse der Fermente.
- Bauer, J.** Über die bei der Wassermannschen Luesreaktion wirksamen Körper und über die hämolytischen Eigenschaften d. Organextrakte.
- Butkewitsch, W.** Zur Frage über die Umwandlung der Stärke in den Pflanzen und über den Nachweis der amylolytischen Enzyme.
- Tsurusaki, H.** Zur Kenntnis der komplexen Hämolyse.
- Ascoli, M. und G. Izar.** Beeinflussung der Autolyse durch anorganische Kolloide. IV.
- Traube, J.** Über die Wirkung lipoidlöslicher Stoffe auf rote Blutkörperchen.
- Traube, J.** Zur Komplementfrage.
- Traube, J.** Zur Frage der Virulenz der Bakterien.
- Traube, J. und Clara Goldenthal.** Das rote Blutkörperchen und sein Inhalt.
- Traube, J.** Zur Spezifitätsfrage.
- Tswett, M.** Über das Phaeophytin und die Chlorophyllane nebst Schlußbemerkungen über das Phylloxanthin.
- Tswett, M.** Über d. Natur des sogenannt. „kristallisierbaren Chlorophylls“ (Metachlorophyllins).
- Tswett, M.** Das neue System der sogenannten Chlorophyllderivate.
- Seligmann, E.** Zur Kenntnis d. Seruminaktivierung.
- Marchlewski, L. und J. Retinger.** Zur Kenntnis des Hämopyrrols.
- Lebedew, Alexander.** Auftreten von Formaldehyd bei der zellfreien Gärung.
- Benfey, Arnold.** Über eiweißspaltende Enzyme im Säuglingsharn.
- Funaro, Roberto.** Über die quantitative Bestimmung einiger reduzierender Substanzen im Säuglingsharn.
- Funaro, Roberto.** Über den Kreatiningehalt des Säuglingsharns.
- Marchlewski, L.** Studien i. d. Chlorophyllgruppe II.
- Landolt, Fr.** Ergebnisse neuerer Forschungen über Milchserum.
- Pringsheim, Hans.** Über die Unterdrückung der Fuselölbildung und die Mitwirkung von Bakterien an der Bildung höherer Alkohole bei der Gärung.
- Glikin, W. und A. Loewy.** Zur Frage über den autolytischen und hydrolytischen Abbau des Eiweißes unter normalen und pathologischen Bedingungen.

Inhalt des IX. Bandes.

- Wohlgemuth, J.** Über eine neue Methode zur quantitativen Bestimmung des diastatischen Ferments.
- Untersuchungen über die Diastasen.
- Fränkel, Sigmund.** Über Lipolide.
- Von den Velden, R.** Zur Jodverteilung unter pathologischen Verhältnissen.
- Bayer, Gustav.** Untersuchungen über die Gallen-hämolyse. II.
- Landau, H. und M. Halpern.** Beitrag zur Chemie der Cerebrospinalflüssigkeit.
- Cronhelm, W. und Erich Müller.** Stoffwechselversuche an gesunden und rachitischen Kindern mit besonderer Berücksichtigung des Mineralstoffwechsels.
- Stützer, A. und E. Merres.** Untersuchungen über die Wirkung der Enzyme der Magenschleimhaut und des Bauchspeichels auf vegetabilische Eiweißstoffe.
- Aron, Hans und Paul Klempin.** Studien über die proteolytischen Enzyme in einigen pflanzlichen Nahrungsmitteln.
- Aron, Hans und Karl Frese.** Die Verwertbarkeit verschiedener Formen des Nahrungskalkes zum Ansatz beim wachsenden Tier.
- Kinoshita, Tōsaku.** Vergleichende Untersuchungen einiger Zuckerbestimmungsmethoden, welche auf dem Reduktionsvermögen des Traubenzuckers beruhen.
- Levene, P. A. und W. A. Jacobs.** Zur Gewinnung des Isolucins aus Eiweißspaltungsprodukten.
- Levene, P. A. und John A. Mandel.** Zur Herkunft des Cytosins bei der Hydrolyse der tierischen Nucleinsäuren.
- Schippers, J. C.** Gallenfarbstoffreaktionen i. Harnstoff, der in Form von Stoffwechselprodukten darin enthalten ist.

- Fuld, E. und L. Fincussohn.** Über Fermentverteilung und Fermentverlust.
- Forssmann, Prof. J.** Sind das Antigen und die ambozeptifizierende Substanz der Blutkörperchen identisch oder verschieden?
- Sommerfeld, Paul.** Beitrag zur chemischen Zusammensetzung des menschlichen (kindlichen) Magensaftes.
- Minz, A.** Über Toxolecithide.
- Stenitzer, Dr. R. v.** Zur Kenntnis des Papayotins.
- Lebedew, A.** Über die Wirkung von Wechselströmen auf die hydrolysierende Eigenschaft der Diastase und Mineralsäuren.
- Neuberg, C. und B. Rewald.** Über l- und d-Capronsäure.
- Buchner, Eduard und Fritz Klatte.** Über die Eigenschaften des Hefepresssaftes und die Zymasebildung in der Hefe.
- Buchner, Eduard und Fritz Klatte.** Adsorption von Trypsin durch feste Körper.
- Stützer, A. und E. Merres.** Untersuchungen über die Wirkung der Enzyme der Magenschleimhaut und des Bauchspeichels auf vegetabilische Eiweißstoffe.
- Besenscheck, Friedrich.** Einwirkung des elektrischen Stromes auf den Hefepresssaft.
- Waele, H. De und A. J. J. Vandervelde.** Läßt sich das Bestehen einer Antikatalase nachweisen?
- Hamburger, H. J. und E. Hehne.** Quantitative Studien über Phagocytose. III.
- Osterberg, Emil und Charles G. L. Wolf.** Die quantitative Bestimmung des Gesamtschwefels im Harn.
- Stützer, A., E. Merres und L. Seidler.** Die Untersuchung des Kotes auf den Gehalt an Stickstoff.
- Mayer, Paul.** Über asymmetrische Glyceronstureparierung.

Franchini, G. und L. Petri. Über Hautatmung.
 Togami, K. Über den Einfluß einiger Genußmittel auf die Wirksamkeit der Verdauungsenzyme.
 Freund, Ernst. Zur Frage des Albumosegehaltes des Blutes.
 Scaffidi, V. Gegenwirkung von Chlorbarium und Natriumsulfat auf die Herzfähigkeit.
 Bloch, Ernst. Über hämolytische Lipoidsubstanzen des menschlichen Darminhaltes.
 Hamburger, H. J. und E. Hekma. Zur Biologie der Phagocyten. IV.
 Jacoby, Martin. Über das Verhalten der resorbierten Salicylsäure im Blutserum.

Jacoby, Martin und Albert Schütze. Über den Einfluß resorbierter Salicylsäure auf die opsonischen Serumfunktionen.
 Mayer, Paul. Über das physiologische Verhalten von Inosit.
 Neuberg, C. und B. Rewald. Über kolloidale und gelatinöse Erdalkalisalze. II. (Verbindungen des Calciums, Magnesiums und Strontiums).
 Neuberg, Carl. Beziehung des cyclischen Inosits zu den aliphatischen Zuckern.
 Neuberg, Carl. Zur Frage der Konstitution des „Phytins“.

Inhalt des VIII. Bandes.

Aron, H. und R. Sebaier. Untersuchungen über die Bedeutung der Kalksalze für den wachsenden Organismus.
 Franzen, H. und G. Braun. Über die Vergärung der Ameisensäure durch *Proteus vulgaris*.
 Jacoby, M. Zur Kenntnis der Fermente und Antifermente. VI.
 Kyes, P. Bemerkungen über die Lecithidbildung.
 Trappelner, H. v., nach Versuchen von M. Kurzmänn und Fr. Locher mitgeteilt. Über die sensibilisierende Wirkung fluoreszierender Stoffe auf Hefe und Hefepresssaft.
 Jamada, K. und A. Jodlbauer. Die Wirkung des Lichtes auf Peroxydase und ihre Sensibilisierung durch fluoreszierende Stoffe.
 Zeller, M. und A. Jodlbauer. Die Sensibilisierung der Katalase.
 Grosser, P. Über das Verhalten des Chinins im Organismus.
 Fringsheim, H. Der Einfluß der chemischen Konstitutionen der Stickstoffnahrung auf die Gärbarkeit und die Wachstumsenergie verschiedener Pilze. II.
 Fringsheim, H. Über die Fuselölbildung durch verschiedene Pilze.
 Loewy, A., Ch. G. L. Wolf u. E. Osterberg. Weitere Untersuchungen über die Wirkung der Blausäure auf den Eiweißzerfall.
 Feigl, J. u. A. Rollett. Zur Biochemie der Kolloide.
 La Franca, S. Gasstoffwechsel bei urämischen Hunden.
 Mayer, P. Zur Chemie des Lecithins.
 Steensma, F. A. Die Farbenreaktionen in der Biochemie. I.

— Notiz zum Nachweis des Gallenfarbstoffes.
 Steensma, F. A. Zum Nachweis der freien Salzsäure im Mageninhalt.
 Kumagawa, M. und K. Suto. Ein neues Verfahren zur quantitativen Bestimmung des Fettes und der unverseifbaren Substanzen in tierischem Material nebst der Kritik einiger gebräuchlichen Methoden.
 Inaba, B. Über die Fettbestimmungen der Faeces und einiger Nahrungsmittel nach der neuen Methode von Kumagawa-Suto.
 Michaelis, F. und P. Rona. Untersuchungen über den Blutzucker. II.
 Abderhalden, E. Zur Frage des Albumosegehaltes des Blutes und speziell des Plasmas.
 Fuld, E. und J. Wohlgemuth. Bemerkungen zu der Arbeit von Fräulein Dr. Bianca Bienenfeld: „Das Verhalten der Frauenmilch zu Lab und Säure“.
 Morgenroth, J. und R. Kaya. Über eine komplementzerstörende Wirkung des Kobragiftes.
 Neuberg, C. Enzymatische Umwandlung von Adrenalin.
 Pincussohn, L. Beeinflussung von Fermenten durch Kolloide. I.
 Ehrlich, F. und A. Wendel. Zur Kenntnis der Leucinfraction des Eiweißes.
 Ehrlich, F. (Mitbearbeitet von A. Wendel.) Über die Spaltung racemischer Aminosäuren mittels Hefe.
 Feigl, J. Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Arzneimitteln auf die Magensaftsekretion. III.
 Buchner, E. und F. Klatte. Über das Ko-Enzym des Hefepresssaftes.

Inhalt des VII. Bandes.

Lebedeff, A. F. Über die Assimilation des Kohlenstoffes bei wasserstoffoxydierenden Bakterien.
 Treves, Z. und G. Salomone. Über die Wirkung der salpetrigen Säure auf die Eiweißstoffe.
 Krogh, A. Über die Prinzipien der exakten Respiationsversuche.
 Oppenheimer, C. Bemerkungen zu der Mitteilung von Krogh.
 Blumenthal, F. und E. Jacoby. Versuche über den Chemismus der Kresolvergiftung.
 Sörensen, S. P. L. Enzymstudien.
 Hamburger, H. J. und E. Hekma. Quantitative Studien über Phagocytose.
 Offer, Th. E. Über Chitin.
 Doerr, R. Über die Reversibilität bakterieller Toxine.
 Ascoli, M. und G. Izar. Beeinflussung der Autolyse durch anorganische Kolloide.
 Forges, O. und E. Neubauer. Physikalisch-chemische Untersuchungen über das Lecithin und Cholesterin.
 Neuberg, C. und E. Rosenberg. Über die bei der Eiweißfäulnis auftretenden Fettsäuren sowie über die optisch-aktive Valeriansäure und Capronsäure.
 Neuberg, C. und E. Rosenberg. Verwandlung von optisch-inaktivem Triolein in ein optisch-aktives Glycerid und eine optisch-aktive Säure.
 Neuberg, C. Die Entstehung des Erdöls.
 Marriot, W. Mc. Kim und C. G. L. Wolf. Eiweißstoffwechsel bei Brombenzolvergiftung.
 Blencfeld, Blanca. Das Verhalten der Frauenmilch zu Lab und Säure.
 Marchlewski, L. Zur Phylloxanthinfrage.
 Glikin, W. Zur biologischen Bedeutung des Lecithins.

Schade, H. Über die Vorgänge der Gärung vom Standpunkt der Katalyse.
 Bang, I. Über die Bestimmung des Blutzuckers.
 Rona, P. und L. Michaelis. Untersuchungen über den Blutzucker.
 D'Errico, G. Beitrag zum Studium der Wasserresorption durch das Magen-Darmrohr.
 Freund, E. Zur Frage des Albumosegehaltes des Blutes.
 Determeyer und Wagner. Untersuchungen über die Bedingungen der Lösung und der Fällung der Harnsäure im Harn.
 Vanderveide, A. J. J. Über Löslichkeitsveränderungen bei Milch- und Serumproteiden.
 De Waele, H. Über die Beeinflussung der präcipitogen Eigenschaften der Milch durch Autolyse.
 Sörensen, S. P. L. und H. Jessen-Hansen. Über die Ausführung der Formoltitrierung in stark farbigen Flüssigkeiten.
 Bottazzi, Fil., G. D'Errico und G. Jappelli. Wirkung der Viscositätsänderungen des Blutes auf die Harnabscheidung.
 Bottazzi, Fil., G. D'Errico und G. Jappelli. Wirkung des Adrenalins auf die Speichel- und Harnabscheidung.
 Stutzer, A. Untersuchungen über den Gehalt vegetabilischer Stoffe an Stickstoff, Phosphor und Schwefel in organischer Bindung.
 Michaelis, L. Die Adsorptionsaffinitäten des Hefe-Invertins.
 Dryfus, B. J. Chemische Untersuchungen über die Ätiologie der Eklampsie.
 Neuberg, C. Elektrolysen in der Zuckerreihe.